

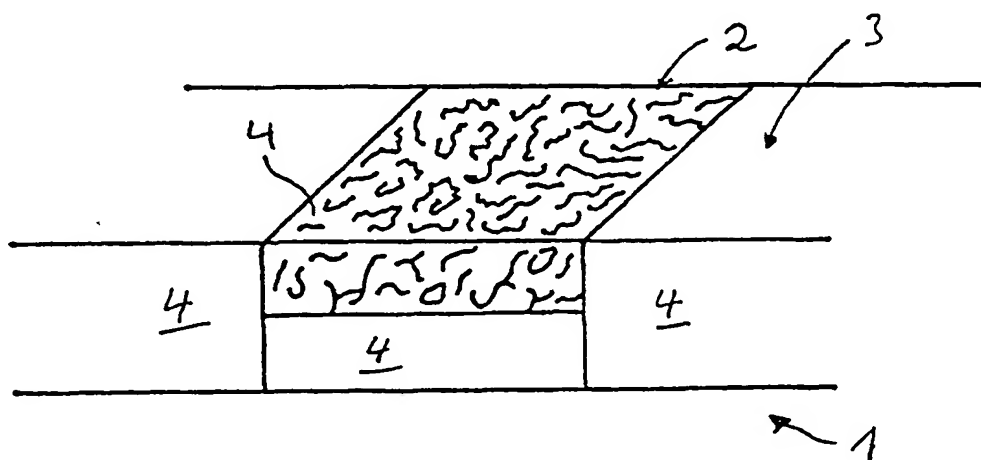
**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>B22D 19/02</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/32335</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. Juni 2000 (08.06.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/03886</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 3. Dezember 1999 (03.12.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 55 841.4      3. Dezember 1998 (03.12.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): JUNKER OTTO GMBH [DE/DE]; Jägerhausstrasse 22, D-52152 Simmerath (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GÜNTNER, Andreas [DE/DE]; Favoritegärten 51, D-71635 Ludwigsburg (DE). SCHÄDLICH-STUBENRAUCH, Jürgen [DE/NL]; Vaalserhaagweg 4A, NL-6291 CN Vaals (NL). SCHREINER, Jens [DE/DE]; Preussweg 60b, D-52074 Aachen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: NAEVEN, Ralf; Patentanwälte König &amp; Kollegen, Habsburgerallee 23 - 25, D-52064 Aachen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: COMPOSITE CASTING AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: VERBUNDGUSSTEIL UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG



**(57) Abstract**

The invention relates to a composite casting (1) in which a stabile connection between the matrix (4) and the insert (2) is ensured. The insert (2) comprises, at least in part, a porous open-porous sponge structure. The matrix material has a melting temperature which is up to 200 °C higher than that of the material of the insert (2). The connecting elements of the insert (2) thus do not completely melt when the matrix material is poured into the sponge structure if the matrix material constitutes up to 97 volume % in the area of the sponge structure.

### (57) Zusammenfassung

Es soll ein Verbundgussteil (1) bereitgestellt werden, bei dem eine stabile Verbindung zwischen Matrix (4) und Einlegeteil (2) gewährleistet ist. Das Einlegeteil (2) weist zumindest zum Teil eine poröse offenporige Schwammstruktur auf. Dabei kann das Matrixmaterial eine bis zu 200 °C höhere Schmelztemperatur als das Material des Einlegeteils (2) aufweisen. Ein vollständiges Aufschmelzen der Stege des Einlegeteils (2) findet beim Eingiessen des Matrixmaterials in die Schwammstruktur auch dann nicht statt, wenn das Matrixmaterial im Bereich der Schwammstruktur bis zu 97 Vol.-% ausmacht.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Verbundgußteil und Verfahren zu seiner Herstellung

### 5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verbundgußteil mit einer metallischen Matrix und mindestens einem in der Matrix befindlichen, rein metallischen, schmelzmetallurgisch hergestellten Einlegeteil.

- 10 Ein solches Verbundgußteil ist aus der EP 0 419 684 A1 bekannt. Darin ist ein als Friktionselement einer Reibpaarung vorgesehenes Gußteil offenbart, bei dem das Einlegeteil ein dreidimensionales Gerüst aus verschleißfestem Werkstoff ist, welches mindestens in der Zone der Reibfläche angeordnet ist. Die Reibfläche weist ein regelmäßiges Mikrorelief auf, welches durch die Matrix und das über deren Oberfläche ragende Stirnende des Gerüsts gebildet ist.
- 15 Gemäß diesem Stand der Technik kann das Gerüst unter anderem in Form einer Zellenstruktur oder eines gewellten Bandes ausgebildet werden. Es ist offenbart, diese Strukturen durch Formung massiver Metallbänder herzustellen. Insbesondere bei der Zellenstruktur ist diese Vorgehensweise, insbesondere im Falle von Zellengrößen in der Größenordnung von einigen Millimetern, sehr aufwendig. Spröde und hochfeste Metalle bzw. Metallegierungen sind hierfür erst
- 20 gar nicht geeignet.

- Aus der DE 23 657 47 A1 sind Verbundgußteile bekannt, deren verschleißbeanspruchte Zonen durch Hartstoffteilchen gepanzert sind. Zur Herstellung dieser Verbundgußteile ist es offenbart, die Hartstoffteilchen in der Gußform nahe der verschleißbeanspruchten Oberfläche des Gußstückes mit Abstand voneinander unverschiebbar zu befestigen und mit dem Matrixwerkstoff zu umgießen. Zur Anordnung der Hartstoffteilchen ist ein winkelförmiger Träger aus Lochblech vorgesehen, auf dem die Hartstoffteilchen befestigt sind. Um Hartstoffteilchen anordnen zu können, ist es des weiteren bekannt, eine diese Teilchen enthaltende Schicht auf Teile der Formoberfläche aufzutragen (DE 35 23 412 A1) oder mit einem Bindemittel zu vermischen und Konturen
- 25 des Formhohlraumes damit zu bestreichen (DE 35 15 164 A1). Bei dem vorgenannten Stand der Technik unter Verwendung von Hartstoffteilchen ist es insbesondere nachteilig, daß mit vernünftigem Aufwand nur geringe und/oder ungleichmäßige Schichtdicken erreicht werden können. Zudem wird meist nur eine formschlüssige und keine stoffschlüssige Verbindung erzielt.
- 30

Es sind des weiteren Verbundgußteile bekannt (DE 41 12 000 A1 und DE 42 14 522 A1), zu deren Herstellung aus Hartstoff- oder Hartmetallteilchen bestehende Bausteine paketartig zusammengesetzt, in der Gießform arretiert und anschließend mit verflüssigten Basiswerkstoffen umgossen werden. Aus der DE 41 07 416 A1 ist ein Verbundgußteil bekannt, bei dem ein oder mehrere mit Hartstoffen und/oder Metallteilchen bewehrte Trägerkerne vorgesehen sind. Die Hartstoff- bzw. Hartmetallteilchen sind dabei durch ein Bindemittel untereinander und mit dem Trägerkern verbunden. Zur Herstellung des Verbundgußteiles, bei dem die Trägerkerne in die Gießform eingesetzt werden, sind thermisch beständige Kleber oder Bindemittel erforderlich.

Des weiteren sind Verbundgußteile bekannt (DE 42 11 199 A1), bei denen das Einlegeteil aus zwischen perforierten Blechen eingeschlossenen Hartmetallkugeln oder Hartstoffteilchen besteht. Aus solchen Blechen kann auch durch Setzen von Schweißpunkten eine sogenannte Legierbox, die Hartstoffteilchen enthält, als Einlegeteil hergestellt und umgossen werden. Der Stand der Technik unter Verwendung von Bausteinen, Trägerkernen und perforierten Blechen hat insbesondere den Nachteil, daß die Kontur des Verbundgußteiles nicht oder nur aufwendig beliebig dargestellt werden kann und die Einlegeteile aus mehreren Einzelteilen aufgebaut und miteinander verbunden werden müssen.

Aus der DE 39 17 033 C1 sind poröse, offenporige metallische Schwammstrukturen bekannt. Es wird offenbart, diese Strukturen zur Herstellung eines Implantates als Knochenersatz oder auch innerhalb von Filtern einzusetzen. Eine solche Struktur ist des weiteren aus der DE 28 43 316 A1 bekannt, in der es offenbart ist, diese für Wärmetauscher, Mischer oder Separatoren für Flüssigkeiten und/oder Gase, Schallabsorptions- oder Isoliermaterial, Dämpfermaterial, Katalysatoren, Flammenlöschmaterialien, Dochtmaterialien für Wärmerohre, Verzierungsmaterialien etc. zu verwenden. Der Einsatz derartiger Strukturen innerhalb von Verbundgußteilen ist aus den vorgenannten Druckschriften weder bekannt noch nahegelegt.

Des weiteren sind Verbundkörper mit metallischer Matrix und einem schwammstrukturierten Einlegeteil aus Keramik bekannt (DE 197 28 358 A1). Diese haben insbesondere den Nachteil, daß in der Regel die Ausdehnungskoeffizienten der miteinander verbundenen Materialien sehr unterschiedlich sind, was zu Problemen hinsichtlich der Stabilität der Verbundkörper führen kann. Außerdem ist die stoffliche Verbindung zwischen Einlegeteil und Matrixmaterial nicht gegeben.

Ferner sind Metallschäume bekannt (J. Banhart et al.; Aluminium 1994 3/4; S. 209), die aus einer Mischung eines Metallpulvers mit einem Treibmittel hergestellt werden. Die gepreßte und in eine gewünschte Form gebrachte Mischung wird hierfür auf eine Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes des Metalls gebracht. Dabei setzt das Treibmittel ein Gas frei, wodurch die Schaumstruktur des Materials entsteht. Die Schaumstruktur kennzeichnet sich im Gegensatz zur Schwammstruktur durch geschlossenen Poren. Die innerhalb des Schaumkörpers befindlichen Poren können somit nicht zur Bildung eines Materialverbundes durch ein anderes Material gefüllt werden.

Die vorliegende Erfindung beruht auf der Aufgabe, ein Verbundgußteil der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei dem die vorbeschriebenen Nachteile des Standes der Technik weitgehend vermieden werden können, sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung aufzuführen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verbundgußteil der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das zumindest eine Einlegeteil zumindest zum Teil eine offenporige Schwammstruktur aufweist und die Poren des Einlegeteils im wesentlichen vollständig vom Material der Matrix ausgefüllt sind. Die Schwammstruktur des Einlegeteiles besteht im wesentlichen aus statistisch im Raume verteilten Stegen, die in Knotenpunkten zusammenlaufen. Insbesondere die im Verhältnis zum Volumen sehr große Oberfläche des Einlegeteils sowie der gute Wärmeübergang zwischen dem Einlegeteil und dem verflüssigten Matrixmaterial beim Umgießen des Einlegeteils ermöglichen eine intensive stoffliche Verbindung zwischen Einlegeteil und Matrix. Doch auch ohne stoffliche Verbindung kann im Falle des reinen Formschlusses aufgrund der Vielzahl der Stege und der geringen Porengröße eine stabile Verankerung des Einlegeteils in der Matrix gewährleistet werden. Der Einsatz der porösen Schwammstrukturen ermöglicht insbesondere die Verwendung hochfester Metallegierungen als Material für das Einlegeteil. Die Einlegeteile können in nahezu beliebigen Formen hergestellt werden und beschränken daher kaum die möglichen Formen der Verbundgußteile. Mit dem Einlegeteil sollen die Eigenschaften des Verbundgußteils in gewünschter Weise beeinflusst werden. Die statistische Verteilung der Stege des Einlegeteils im Raum bewirkt, daß der Einfluß des Einlegeteils unabhängig von Raumrichtungen gestaltet werden kann, also beispielsweise eine isotrope Werkstoffverstärkung erreichbar ist. Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann auch als Ausgangsprodukt für Gußteile mit lokal begrenzten Legierungsbereichen verwendet werden, indem die Einlage komplett in der Matrix aufgeschmolzen wird. Die offenporige Schwammstruktur des Einlegeteils gewährleistet ein

weitgehend gleichmäßiges Auflegieren. Die feinverzweigte offenporige Schwammstruktur trägt wesentlich dazu bei, daß das Matrixmaterial mit ihr eine innige Verbindung eingeht, ohne daß hierfür das Einlegeteil vorgeheizt oder beschichtet werden müßte. Dieses Verhalten ist auch bei dünnwandigen zu verstärkenden Verbundgußteilen gewährleistet. Der Volumenanteil des Einlegeteils am Verbundgußteil kann von 3% bis zu 95% betragen.

Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann vorteilhaft für die Herstellung von Roststäben, Schredderhämmern, Mahlplatten, Gleitbuchsen, Lagerschalen, Maschinenführungen und dergleichen verwendet werden.

Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann auch so ausgebildet sein, daß es im Bereich der offenporigen Schwammstruktur des Einlegeteils zu 3Vol% bis 15Vol% aus dem Material des Einlegeteils und zu 85Vol% bis 97Vol% aus dem die Poren ausfüllenden Material der Matrix zusammengesetzt ist.

Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann auch so ausgebildet sein, daß das zumindest eine Einlegeteil zumindest in Teilbereichen die Oberfläche des Verbundgußteils durchsetzt. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn vornehmlich die Oberfläche des Verbundgußteils einer erhöhten Beanspruchung ausgesetzt ist.

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verbundgußteil so ausgebildet sein, daß das zumindest eine Einlegeteil zumindest in Teilbereichen oberflächennah angeordnet ist, wobei die darüberliegende Oberfläche allein vom Material der Matrix gebildet ist. Durch die Abdeckung mittels des Matrixmaterials kann das Material des Einlegeteils beispielsweise gegen schädliche Einflüsse der Umgebung, zum Beispiel Korrosion, geschützt werden. Es kann sinnvoll sein, durch das Einlegeteil allein die oberflächennahen Bereiche in ihren Eigenschaften zu beeinflussen, zum Beispiel die Steifigkeit des Materials zu erhöhen, wenn an der Oberfläche selbst die Eigenschaften des Matrixmaterials benötigt werden.

Es kann auch vorteilhaft sein, das erfindungsgemäße Verbundgußteil so auszubilden, daß das zumindest eine Einlegeteil aus einem verschleißfesten Metall oder einer verschleißfesten Metallegierung und die Matrix aus einer gegenüber dem zumindest einen Einlegeteil duktilen Metall oder einer duktilen Metallegierung besteht. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß das Verbundgußteil zum einen noch eine gewisse Duktilität aufweist, zum anderen aber die Strukturen

des Einlegeteils eine hohe Verschleißfestigkeit der Verbundgußteiloberfläche, zum Beispiel bei abrasiver Beanspruchung oder beim Einsatz unter hohen Temperaturen oder starken Temperaturwechseln, gewährleisten.

- 5 Je nach Bedarf können auch nahezu beliebige andere Eigenschaftskombinationen ausgewählt werden, zum Beispiel ein Einlegeteil aus einem weichen Metall, wie beispielsweise Nickel oder Kupfer, und die Matrix aus einem harten Material, zum Beispiel verschleißbeständigem Stahl. Ein Einlegeteil aus einem harten Metall, zum Beispiel Stellite, kann auch mit einer harten Matrix, zum Beispiel aus verschleißbeständigem oder hitzebeständigem Stahl, kombiniert werden. Die  
10 Wahl artverwandter Materialien für das Einlegeteil und die Matrix kann für das Umgießen der Schwammstruktur sehr vorteilhaft sein.

- Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann vorteilhaft auch so ausgebildet sein, daß das zumindest eine Einlegeteil allein in bestimmten Bereichen des Verbundgußteils positioniert ist. Der  
15 Materialverbund kann sich allein auf besonders beanspruchte Bereiche des Verbundgußteils beschränken, zum Beispiel auf einen Bereich mit einer Reibfläche. Hierdurch können Kosten- und Verfahrensaufwand reduziert werden.

- Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verbundgußteil so ausgebildet sein, daß die Übergänge  
20 zwischen dem zumindest einen Einlegeteil und der Matrix gradiert sind. Diverse Kombinationen von Metallen oder Metallegierungen erlauben einen im wesentlichen stetigen Übergang vom Matrixmaterial zum Material des Einlegeteils, d.h. von einem Steg des Einlegeteils ausgehend schließt sich zunächst eine Legierung von Einlegeteilmaterial und Matrixmaterial an, bei der mit zunehmender Entfernung zum Steg die Konzentration des Matrixmaterials steigt, bis letzteres in  
25 weitgehend reiner Form vorliegt. Dies kann sich bei geeigneter Temperatur und Menge des einzugießenden Materials bereits allein durch den Eingießvorgang ergeben. Alternativ könnte eine Gradierung der Übergänge zum Beispiel durch ein kurzzeitiges Aufschmelzen der Einlegeteiloberfläche beim Eingießen des Matrixmaterials erreicht werden. Die Stärke des gradierten Übergangs kann über ein Temperieren des Einlegeteils und/oder eine Steuerung der Abkühlung des frisch gegossenen Verbundgußteils beeinflusst werden. Ein gradiertem Matrixübergang  
30 gewährleistet zusammen mit gegebenenfalls geringen Porengrößen von wenigen Millimetern oder kleiner, daß Spannungen zum Beispiel aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten minimiert werden.

Weiterhin kann das erfindungsgemäße Verbundgußteil auch so ausgebildet sein, daß das Einlegeteil zum Teil massiv ist.

Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann auch so ausgebildet sein, daß mindestens ein von einem Teilbereich des Einlegeteils gebildeter Bereich erhöhter Verschleißbeständigkeit vorgesehen ist, in dem im Einlegeteil die Porengröße im Durchschnitt kleiner und/oder die Stegdicke im Durchschnitt größer ist als im übrigen Teilbereich des Einlegeteils. Durch die räumliche Variation der Porengröße und/oder der Stegdicke können lokale Unterschiede in der Beanspruchung des Verbundgußteils berücksichtigt werden. Die Porengröße und/oder die Stegdicke kann dabei gradiert variieren.

Schließlich kann das erfindungsgemäße Verbundgußteil auch so ausgebildet sein, daß die Schmelztemperatur des Matrixmaterials die Schmelztemperatur des Materials des Einlegeteils übersteigt. Es ist ein überraschender Effekt, daß selbst bei einem Anteil des Matrixmaterials bis 95Vol% im Bereich der Schwammstruktur und bei Schmelztemperaturunterschieden bis 200°C das Einlegeteil nicht beim Umgießen mit dem Matrixmaterial aufgeschmolzen wird. Möglicherweise bilden sich beim Umgießen des Einlegeteils aufgrund der hohen Temperaturunterschiede durch Abschreckung schützende Schalen aus dem Matrixmaterial um die Stege herum. Jedenfalls zeigen mikroskopische Schliffanalysen den Bestand der Stege im fertigen Verbundgußteil auch bei den oben erwähnten Material- und Mengenkombinationen.

Das erfindungsgemäße Verbundgußteil kann dadurch hergestellt werden, daß das Material der Matrix durch Gießen in das Einlegeteil eingebracht wird. Dabei können z.B. die an sich bekannten Feingieß-, Schwerkraftgieß-, Niederdruckgieß- und Druckgießverfahren genutzt werden.

Im folgenden werden vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verbundgußteils sowie die Möglichkeit seiner Herstellung anhand von Figuren dargestellt.

Es zeigt schematisch

Fig. 1: ein Verbundgußteil im Schnitt sowie in Schrägaufsicht,

Fig. 2: ein Einlegeteil aus einem schwammstrukturierten und einem massiven Teil,



Fig. 3: die offenporige Schwammstruktur eines Einlegeteils,

Fig. 4: ein Verbundgußteil ähnlich zu Figur 1 mit einer gitterstrukturierten Oberfläche des Einlege-  
5           teils und

Fig. 5: ein Verbundgußteil ähnlich zu Figur 1 mit einer massiven Oberfläche des Einlegeteils.

Figur 1 zeigt ein Verbundgußteil 1, das teils im Schnitt, teils in der schrägen Aufsicht dargestellt  
10 ist. Dieses Verbundgußteil 1 enthält in einem begrenzten Bereich ein Einlegeenteil 2, dessen  
Struktur die Oberfläche 3 des Verbundgußteiles 1 durchsetzt. Diese Oberfläche 3 ist im Einsatz  
des Verbundgußteiles 1 einer erhöhten Beanspruchung, zum Beispiel durch Reibung, ausgesetzt.  
Das Einlegeenteil 2 besteht aus einem harten Kobaltstelit, der die Abrasivbeständigkeit der Ober-  
fläche 3 erhöht. Die Matrix 4 des Verbundgußteiles 1 besteht aus einem Austenit, so daß das  
15 Verbundgußteil auch nach seiner Fertigung noch eine Duktilität aufweist, die für gegebenenfalls  
erforderliche Umformungen hinreichend ist.

Figur 2 zeigt ein Einlegeenteil 2, das aus einem massiven Teil 5 und aus einem schwammstrukturierten Teil 6 zusammengesetzt ist.

20

Figur 3 zeigt den Aufbau der offenporigen Schwammstruktur des metallischen Einlegeoteles 2.  
Eine Vielzahl im Raume statistisch verteilter Stege 7 treffen sich in Knotenpunkten 8. Die Of-  
fenporigkeit der Struktur gewährleistet, daß eingegossenes Metall das Einlegeenteil 2 gut durch-  
dringen kann. Bei gradierten Übergängen zwischen dem Einlegeenteil 2 und dem Material der Ma-  
trix 4 (Fig. 1) erfolgt eine wechselseitige Legierung. Es können auch unstetige Übergänge er-  
reicht werden. Auch in diesem Falle ist die Verbindung zwischen Matrix 4 und Einlegeenteil 2 sta-  
25 bil, da die Vielzahl der Stege 7 und gegebenenfalls auch die Schärfe der Stegkanten einen guten  
Formschluß gewähren können.

30 Die Figur 4 zeigt ausschnittsweise ein Verbundgußteil 9 mit einem Einlegeenteil 10, bei dem eine  
Oberfläche 11 eine regelmäßige Gitterstruktur aufweist. Diese Oberfläche 11 bildet gleichzeitig  
einen Teilbereich der Oberfläche 12 des Verbundgußteiles 9. Der übrige Teil des Einlegeteils  
weist die bereits oben beschriebene offenporige Schwammstruktur auf.

Figur 5 zeigt ein Verbundgußteil 13, in dem ein zu Figur 4 in entsprechender Weise positioniertes Einlegeteil 14 angeordnet ist. Dieses Einlegeteil 14 weist jedoch anstatt der gitterstrukturierten Oberfläche 11 (Figur 4) eine massive Oberfläche 15 aus dem Material des Einlegeteils 14 auf.

5

Einlegeteile mit metallischer, offenporiger Schwammstruktur können ohne weiteres auch für hochtemperaturfeste Materialien, wie Kobaltstellit, hergestellt werden. Als Ausgangsmaterial dient dabei ein Polyurethan-Schaum mit gesprengten Zellmembranen, das heißt mit einer offenporigen Schwammstruktur. Dieser Schaum kann bei Bedarf durch Wachs oder einen zweikomponentigen Kunstharz aufgedickt werden. Das Modell aus Polyurethan wird mit einem keramischen Formstoff, zum Beispiel einem silikatgebundenen keramischen Schlicker, oder fertigen Formmassen auf Phosphatbasis, umgeben. Nach dem Abbinden des Formstoffes wird der Polyurethan-Schaum ausgebrannt und anschließend durch Brennen der Keramikform die nötige Festigkeit verliehen. Die Keramikform kann dann mit dem metallischen Hochtemperaturwerkstoff  
10 abgegossen werden. Hierfür können Differenzdruck- oder Schleudergußverfahren eingesetzt werden. Die Keramikform kann mechanisch durch Wasserstrahl, Sandstrahl oder Ultraschall entfernt oder durch chemischen Angriff beseitigt werden. Zur Herstellung des Verbundgußteiles wird die Schwammstruktur des Einlegeteils mit dem Matrixmaterial umgossen. Zum Gießen können insbesondere Feingieß-, Schwerkraft-, Niederdruck- und Druckgießverfahren genutzt  
15  
20 werden.

**Bezugszeichenliste**

- |    |     |   |
|----|-----|---|
|    | 1.  | Verbundgußteil                              |
| 5  | 2.  | Einlegeteil                                 |
|    | 3.  | Oberfläche                                  |
|    | 4.  | Matrix                                      |
|    | 5.  | massiver Teil des Einlegeteils              |
|    | 6.  | schwammstrukturierter Teil des Einlegeteils |
| 10 | 7.  | Steg  |
|    | 8.  | Knotenpunkt                                 |
|    | 9.  | Verbundgußteil                              |
|    | 10. | Einlegeteil                                 |
|    | 11. | Oberfläche des Einlegeteils                 |
| 15 | 12. | Oberfläche des Verbundgußteils              |
|    | 13. | Verbundgußteil                              |
|    | 14. | Einlegeteil                                 |
| 20 | 15. | Oberfläche des Einlegeteils                 |

## Ansprüche

1. Verbundgußteil mit einer metallischen Matrix (4) und mindestens einem in der Matrix (4) befindlichen, rein metallischen, schmelzmetallurgisch hergestellten Einlegeteil (2,10,14), **dadurch gekennzeichnet**, daß das zumindest eine Einlegeteil (2,10,14) zumindest zum Teil eine offenporige Schwammstruktur aufweist und die Poren des Einlegeteils (2,10,14) im wesentlichen vollständig vom Material der Matrix (4) ausgefüllt sind.
2. Verbundgußteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es im Bereich der offenporigen Schwammstruktur des Einlegeteils (2,10,14) zu 3Vol% bis 15Vol% aus dem Material des Einlegeteils (2,10,14) und zu 85Vol% bis 97Vol% aus dem die Poren ausfüllenden Material der Matrix (4) zusammengesetzt ist.
3. Verbundgußteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Einlegeteil (2,10,14) zumindest in Teilbereichen die Oberfläche (12) des Verbundgußteils durchsetzt.
4. Verbundgußteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Einlegeteil (2,10,14) zumindest in Teilbereichen oberflächennah angeordnet ist, wobei die darüberliegende Oberfläche (3) allein vom Material der Matrix (4) gebildet ist.
5. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Einlegeteil (2,10,14) aus einem verschleißfesten Metall oder einer verschleißfesten Metallegierung und die Matrix (4) aus einem gegenüber dem zumindest einen Einlegeteil (2,10,14) duktilen Metall oder einer duktilen Metallegierung besteht.
6. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Matrix (4) aus einem verschleißfesten Metall oder einer verschleißfesten Metallegierung und das zumindest eine Einlegeteil (2,10,14) aus einem gegenüber der Matrix (4) duktilen Metall oder einer duktilen Metallegierung besteht.
7. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das zumindest eine Einlegeteil (2,10,14) allein in bestimmten Bereichen des Verbundgußteiles positioniert ist.

8. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergänge zwischen dem zumindest einen Einlegeteil (2,10,14) und der Matrix (4) gradiert sind.

5

9. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Einlegeteil (2,10,14) zum Teil massiv ist.

10

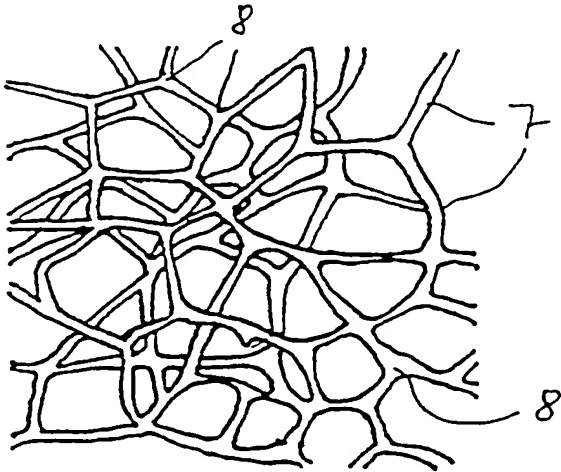
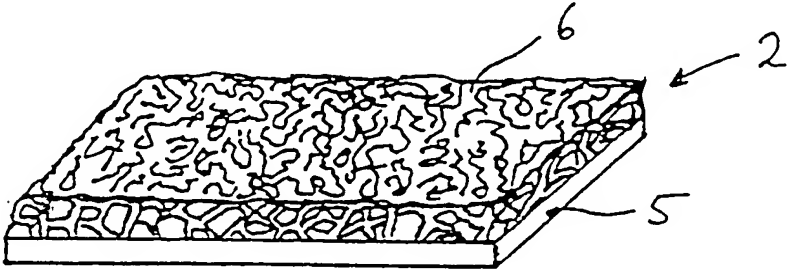
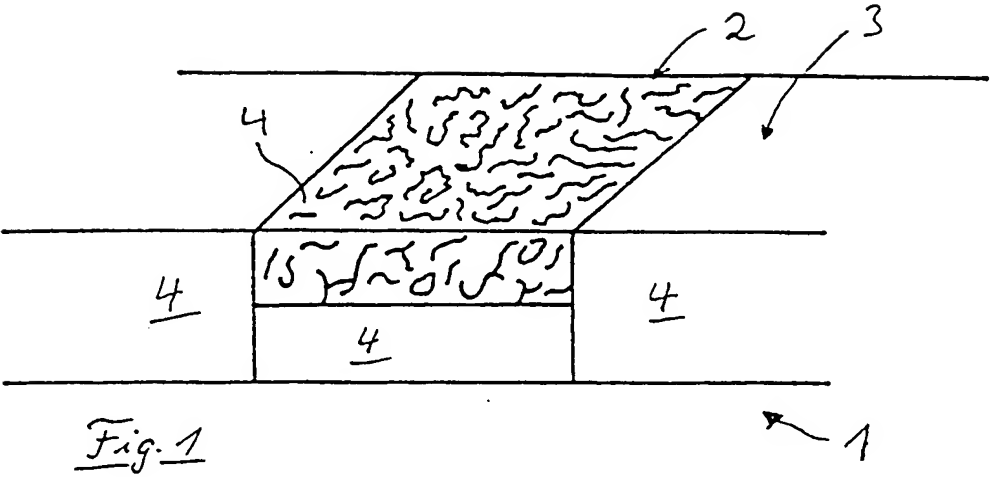
10. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein von einem Teilbereich des Einlegeteils (2,10,14) gebildeter Bereich erhöhter Verschleißbeständigkeit vorgesehen ist, in dem im Einlegeteil (2,10,14) die Porengröße im Durchschnitt kleiner und/oder die Stegdicke im Durchschnitt größer ist als im übrigen Teilbereich des Einlegeteils (2,10,14).

15

11. Verbundgußteil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelztemperatur des Matrixmaterials die Schmelztemperatur des Materials des Einlegeteils (2,10,14) übersteigt.

20

12. Verfahren zu Herstellung eines Verbundgußteils gemäß den Ansprüchen 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Matrix (4) durch Gießen in das Einlegeteil (2,10,14) eingebracht wird.



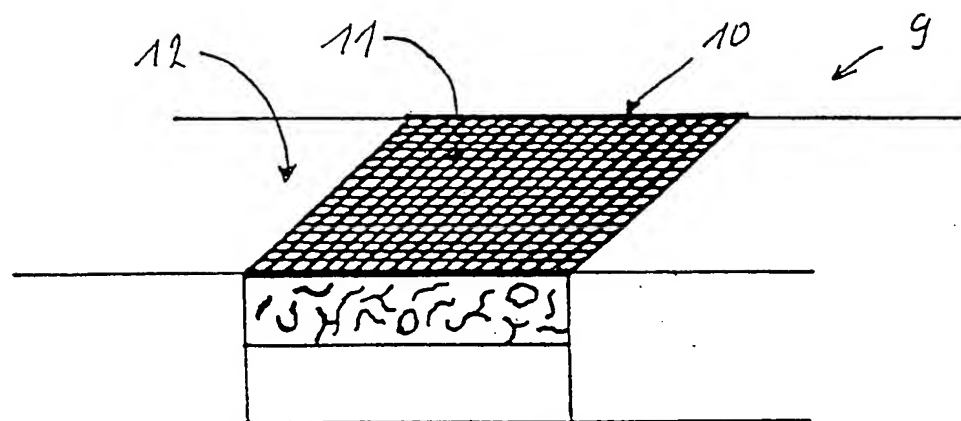


Fig. 4

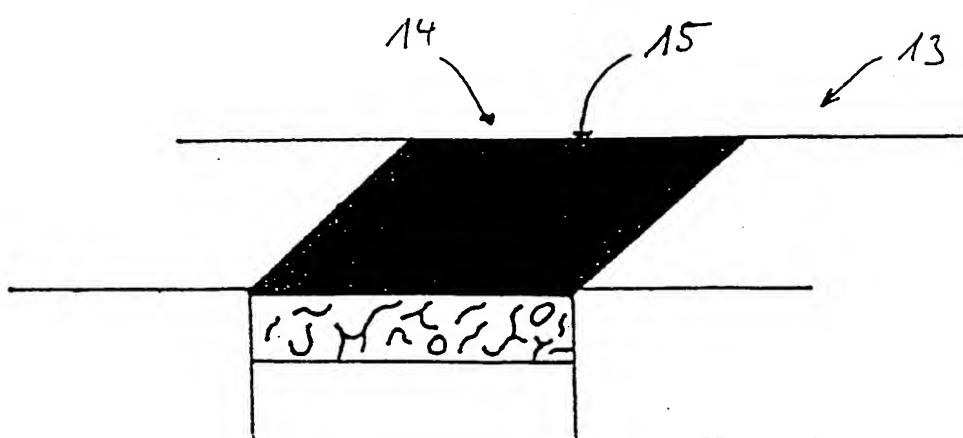


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PCT/DE 99/03886

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B22D19/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 34 18 405 A (MAZDA MOTOR) 29 November 1984 (1984-11-29) page 7, paragraph 2 -page 9, paragraph 1; claims 1-5,10	1,2,5,7, 12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 380 (M-1639), 18 July 1994 (1994-07-18) & JP 06 106329 A (MAZDA MOTOR CORP), 19 April 1994 (1994-04-19) abstract	1,3,7,8, 12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 267 (C-310), 24 October 1985 (1985-10-24) & JP 60 114531 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 21 June 1985 (1985-06-21) abstract	1,12
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 March 2000

Date of mailing of the international search report

03/04/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 661 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kesten, W



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/03886

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 321 (M-633), 20 October 1987 (1987-10-20) & JP 62 104663 A (MAZDA MOTOR CORP), 15 May 1987 (1987-05-15) abstract	1, 12
A	EP 0 419 684 A (ZAPOROZH AVTOMOBIL ; ZAPOROZH KOE PROIZV OB MOTOROST (SU)) 3 April 1991 (1991-04-03) cited in the application the whole document	1-12
A	DE 41 12 000 A (LANGE KARL ; REINHARDT GUENTER (DE)) 24 September 1992 (1992-09-24) cited in the application the whole document	1-12
A	DE 197 28 358 A (SAB WABCO BSI VERKEHRSTECHNIK ; THYSSEN GUSS AG (DE)) 8 January 1998 (1998-01-08) cited in the application the whole document	1-12
A	DE 28 43 316 A (HITACHI LTD) 28 June 1979 (1979-06-28) cited in the application the whole document	1-12
A	DE 39 17 033 C (O. AHLERS) 2 August 1990 (1990-08-02) cited in the application the whole document	1-12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03886

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3418405 A	29-11-1984	JP 1605648 C JP 2030790 B JP 59212159 A JP 1666703 C JP 3030708 B JP 59218341 A US 4966221 A	31-05-1991 09-07-1990 01-12-1984 29-05-1992 01-05-1991 08-12-1984 30-10-1990
JP 06106329 A	19-04-1994	NONE	
JP 60114531 A	21-06-1985	JP 1786746 C JP 4072890 B	10-09-1993 19-11-1992
JP 62104663 A	15-05-1987	JP 6077799 B	05-10-1994
EP 0419684 A	03-04-1991	SU 1775570 A HU 59209 A JP 3505249 T WO 9012219 A US 5163526 A	15-11-1992 28-04-1992 14-11-1991 18-10-1990 17-11-1992
DE 4112000 A	24-09-1992	NONE	
DE 19728358 A	08-01-1998	EP 0815989 A	07-01-1998
DE 2843316 A	28-06-1979	JP 54083624 A JP 56008698 B GB 2010711 A, B US 4235277 A	03-07-1979 25-02-1981 04-07-1979 25-11-1980
DE 3917033 C	02-08-1990	EP 0399163 A JP 2703386 B JP 3029649 A SU 1838025 A US 5042560 A	28-11-1990 26-01-1998 07-02-1991 30-08-1993 27-08-1991

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. nades Abkürzungen

PCT/DE 99/03886

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B22D19/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B22D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 34 18 405 A (MAZDA MOTOR) 29. November 1984 (1984-11-29) Seite 7, Absatz 2 -Seite 9, Absatz 1; Ansprüche 1-5,10	1,2,5,7, 12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 380 (M-1639), 18. Juli 1994 (1994-07-18) & JP 06 106329 A (MAZDA MOTOR CORP), 19. April 1994 (1994-04-19) Zusammenfassung	1,3,7,8, 12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 267 (C-310), 24. Oktober 1985 (1985-10-24) & JP 60 114531 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 21. Juni 1985 (1985-06-21) Zusammenfassung	1,12

-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipie oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. März 2000

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

03/04/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 6818 Patentan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Kesten, W

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 321 (M-633), 20. Oktober 1987 (1987-10-20) & JP 62 104663 A (MAZDA MOTOR CORP), 15. Mai 1987 (1987-05-15) Zusammenfassung	1, 12
A	EP 0 419 684 A (ZAPOROZH AVTOMOBIL ; ZAPOROZHKOE PROIZV OB MOTOROST (SU)) 3. April 1991 (1991-04-03) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12
A	DE 41 12 000 A (LANGE KARL ; REINHARDT GUENTER (DE)) 24. September 1992 (1992-09-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12
A	DE 197 28 358 A (SAB WABCO BSI VERKEHRSTECHNIK ; THYSSEN GUSS AG (DE)) 8. Januar 1998 (1998-01-08) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12
A	DE 28 43 316 A (HITACHI LTD) 28. Juni 1979 (1979-06-28) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12
A	DE 39 17 033 C (O. AHLERS) 2. August 1990 (1990-08-02) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03886

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3418405 A	29-11-1984	JP 1605648 C	31-05-1991
		JP 2030790 B	09-07-1990
		JP 59212159 A	01-12-1984
		JP 1666703 C	29-05-1992
		JP 3030708 B	01-05-1991
		JP 59218341 A	08-12-1984
		US 4966221 A	30-10-1990
JP 06106329 A	19-04-1994	KEINE	
JP 60114531 A	21-06-1985	JP 1786746 C	10-09-1993
		JP 4072890 B	19-11-1992
JP 62104663 A	15-05-1987	JP 6077799 B	05-10-1994
EP 0419684 A	03-04-1991	SU 1775570 A	15-11-1992
		HU 59209 A	28-04-1992
		JP 3505249 T	14-11-1991
		WO 9012219 A	18-10-1990
		US 5163526 A	17-11-1992
DE 4112000 A	24-09-1992	KEINE	
DE 19728358 A	08-01-1998	EP 0815989 A	07-01-1998
DE 2843316 A	28-06-1979	JP 54083624 A	03-07-1979
		JP 56008698 B	25-02-1981
		GB 2010711 A,B	04-07-1979
		US 4235277 A	25-11-1980
DE 3917033 C	02-08-1990	EP 0399163 A	28-11-1990
		JP 2703386 B	26-01-1998
		JP 3029649 A	07-02-1991
		SU 1838025 A	30-08-1993
		US 5042560 A	27-08-1991

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**